

Список литературы

1. Проблемы обращения с радиоактивными отходами в России. Заключение ОФТПЭ РАН и Научного совета по атомной энергетике ОФТПЭ РАН по результатам совместной Научной сессии ОФТПЭ РАН // бюллетень по атомной энергии. 21 июня 2002 г.
2. Обращение с РАО на российских АЭС: проблемы и пути решения // Безопасность окружающей среды. 2009. № 1. С.94-98.
3. Briesmeister Ed. A General Monte Carlo N – Particle Transport code // Los Alamos National Laboratory report. LA-12625-M. Version 4B. 1997.

УДК 662.767.2

Рявкин А. Д., Щеклеин С. Е.
Уральский федеральный университет,
ryvkinart@gmail.com

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕПЛА АЭРОБНЫХ РЕАКТОРОВ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

На сегодняшний день остро стоит вопрос о переработке отходов сельскохозяйственной деятельности, например:

- животноводческой деятельности;
- деревообрабатывающего производства;
- птицефабрик;
- растениеводства;
- пищевые.

Одним из способов переработки отходов является применение ферментеров анаэробного брожения с образованием метана, однако этот способ имеет ряд недостатков в условиях низкотемпературного климата нашего региона, а именно – большие энергозатраты на подогрев ферментируемого субстрата. Учитывая вышесказанное, имеет смысл рассмотреть альтернативные варианты переработки отходов.

Одним из самых перспективных вариантов переработки отходов является аэробная твердофазная ферментация. Аэробная ферментация широко применяется при очистке жидких канализационных стоков. В отличие от биогазовых установок, ферментеры на аэробной ферментации не требуют подогрева, более того, в процессе аэробной биodeградации происходит естественный самопроизвольный нагрев субстрата как результат жизнедеятельности аэробных бактерий, что может являться источником электрической энергии, которую преобразует в установке ORC (Organic Rankine Cycle). Основные преимущества аэробных реакторов перед анаэробными – это меньшая стоимость продуктов ферментации, более простая конструкция, самопроизвольный нагрев.

Аэробная твердофазная ферментация возможна при обязательном условии – присутствии в ферментируемой смеси компонентов, относящихся к отходам сельскохозяйственного производства и обладающих изначальной биологической активностью (навоз, помет). Биологическая активность этих компонен-

тов обеспечивается наличием в их составе различных групп микроорганизмов: использующих органические и минеральные формы азота, целлюлозоразлагающих, способных мобилизовать органические фосфаты, микроскопических грибов, актиномицетов и др. Второй важнейший компонент исходных смесей – углеродсодержащие составляющие, в частности, предлагаемый в качестве сырьевого ресурса торф, способный обеспечить развитие микроорганизмов необходимой энергией и имеющийся во многих регионах РФ. Кислород необходим для дыхания и метаболизма аэробных микроорганизмов, а также для окисления молекул органических веществ.

Для большинства систем твердофазной ферментации характерен нагрев до 40–60 °С уже на вторые сутки процесса.

Теплоэнергетический баланс для процесса аэробной твердофазной ферментации можно представить в виде уравнения:

$$M \cdot C \cdot \frac{dT}{dt} = \frac{dBVS}{dt} \cdot H_1 - UA(T - T_{\text{окр}}) \left(\frac{dH_2O}{dt} \right) L,$$

где M – масса влажного образца в ферментере $M = \text{miner} + \text{BVS} + \text{H}_2\text{O}$; Miner – масса минеральной, не подверженной деструкции, части вещества; BVS – масса органической фракции; H_2O – масса воды. C – удельная теплоемкость смеси, равная

$$C = (C_{\text{miner}} \cdot \text{miner} + \text{BVS} \cdot C_{\text{BVS}} + C_{\text{H}_2\text{O}} \cdot \text{H}_2\text{O}) / M,$$

T и $T_{\text{окр}}$ – температура смеси и окружающей среды; t – время от начала процесса; H_1 – количество теплоты, выделяемой при деструкции 1 кг BVS ; L_E – скрытая теплота парообразования; U – коэффициент теплопередачи через нижнюю, верхнюю и боковые стенки ферментера; A – суммарная площадь поверхности ферментера.

Рациональным решением будет использовать это тепло, преобразуя его в электрическую энергию, посредством ORC [1, 2].

ORC-турбина (рисунок) работает по следующему циклу:

1) рабочее тело в ресивере находится в жидком состоянии при температуре и давлении конденсации. Насос перекачивает рабочее тело в испаритель, повышая давление;

2) рабочее тело проходит через экономайзер, подогреваясь теплом пара из электросилового модуля;

3) рабочее тело попадает в испаритель, в котором происходит переход в паровую фазу за счет передачи тепла от внешнего источника, в качестве которого используется ферментер;

4) рабочее тело в виде пара попадает в турбину в электросиловом модуле, на которой давление пара снижается до давления конденсации, приводя в движение ротор с электрогенератором;

5) выполнив работу в электросиловом модуле, рабочее тело все еще содержит большое количество тепла, часть которого передается жидкой фазе в экономайзере для повышения эффективности работы системы в целом;

б) рабочее тело в парообразном состоянии попадает в охладитель, в котором конденсируется в жидкость, после чего стекает в ресивер для повторного использования в цикле.

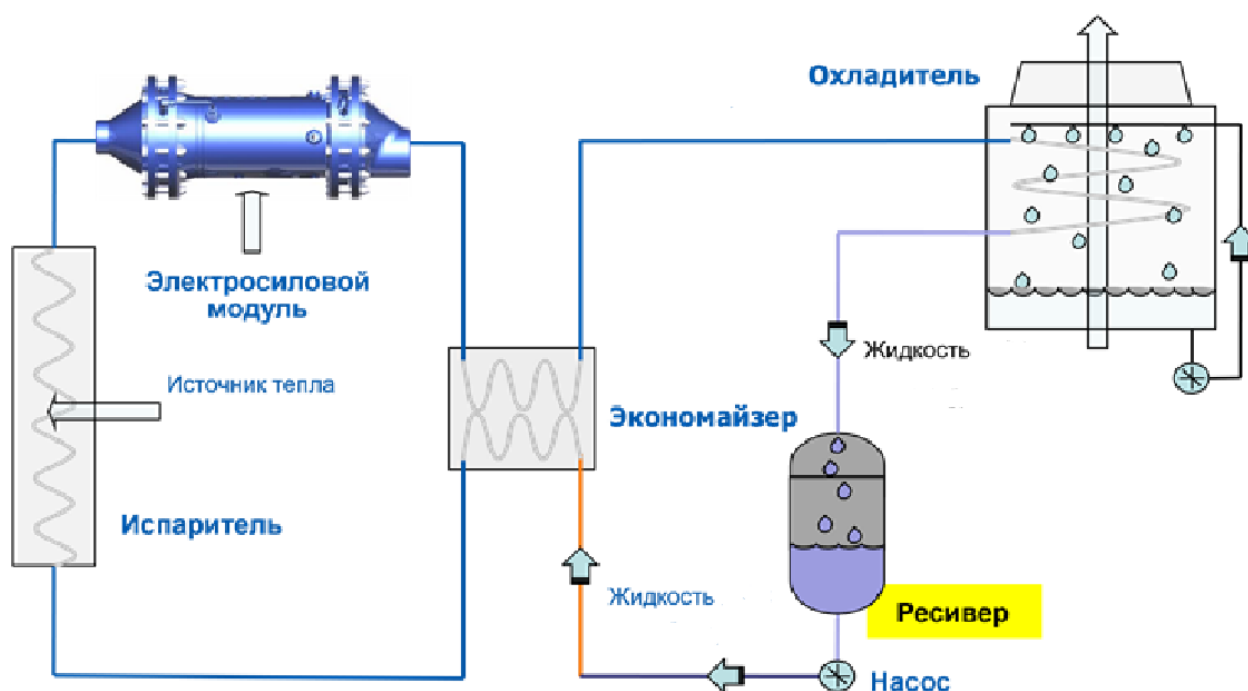


Схема работы ORC-турбины [3]

Список литературы

1. Рабинович Р. М. Совершенствование аэробной твердофазной ферментации органического сырья путем оптимизации технологических параметров производственного процесса: автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.20.01 / Всероссийский НИИ сельскохозяйственного использования мелиорированных земель. Тверь, 2006. 151 с.
2. Рабинович Г. Ю., Ковалев Н. Г., Сульман Э. М. Биоконверсия органического сырья в удобрения и кормовые добавки (микробиологические аспекты). Тверь : ТГТУ, 1999. 168 с.
3. ORC-турбины [Электронный ресурс]. // БПЦ Инжиниринг. URL: <http://www.bpcenergy.ru/equipment/orc-turbiny/> (дата обращения: 18.10.2014).

УДК 620.98

Соломин Е. В., Сироткин Е. А., Мешин А. А.
Южно-Уральский государственный университет (ЮУрГУ)
ea.sirotkin@gmail.com

РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ АВТОНОМНОГО ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ОСНАЩЕНИЯ ЗАГОРОДНОГО ЖИЛЬЯ

За последние годы отмечается увеличение интереса владельцев загородной недвижимости к малой локальной ветроэнергетике [1]. Наибольшим спросом среди загородного жилья стали пользоваться дома, соответствующие критериям экологичности и энергоэффективности. Как правило, такими считаются